

УДК 621.757

## ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАЗМЕРНЫХ РАСЧЁТОВ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ СБОРОЧНЫХ РАБОТ

Янюкина М. В., Болотов М. А.

Самарский национальный исследовательский университет  
имени академика С. П. Королёва, г. Самара

Сборка является одной из самых сложных и ответственных операций производства изделия. Сборочный процесс носит сложный характер и предполагает предварительный расчет размерных сборочных цепей. В аэрокосмической отрасли все гораздо усложняется из-за многочисленного участия нежестких деталей.

Работ, посвященных расчету нежестких размерных цепей весьма мало. Непомилуев В. В. в своей работе [1] дает следующее определение: «под нежесткими размерными цепями будем понимать такие размерные цепи, в которых под действием различных внутренних и внешних факторов происходят значительные обратимые и необратимые изменения размеров составляющих звеньев, что вызывает существенное изменение величины замыкающего звена».

Получается, что значение искомого параметра зависит от многочисленных факторов, таких как: шероховатость, состояние поверхностного слоя, упругие и пластические свойства материалов и т.п. Игнорирование такого рода факторов при расчете размерной цепи приведет к большой погрешности сборочных параметров и повторному процессу сборки.

В предварительном расчете сборочных параметров рабочего колеса турбины участвуют нежесткие размерные цепи. Чтобы решить подобную задачу необходимо выявить и проанализировать возникающие при сборке колеса, а именно в соединении лопатка-диск, размерные и физические связи. Согласно [1] уравнение нежесткой сборочной размерной цепи в общем виде можно записать следующим образом:

$$Y = f_1(x_i) + f_2(x_i, z_i, \mu, E_d, p_a) + f_3(x_i, z_i, \mu, E_d, p_c, N, R_{max}, R_p, \rho, b, v, H_B, R_B, \sigma_T), \quad (1)$$

где  $Y$  – контролируемый размер – замыкающее звено размерной цепи,

$x_i$  – действительные размеры деталей, входящих в размерную цепь,

$z_i$  – действительные размеры деталей, не входящие в размерную цепь, но влияющие на их объемную и контактную жесткость,

$\mu$  – коэффициент Пуассона материалов деталей,

$E_d$  – модуль упругости материалов деталей,

$p_a$  и  $p_c$  – номинальные и контурные давления на контактных площадках,

$N = \frac{H_{\mu\text{пов}}}{H_{\mu\text{исх}}}$  – степень наклепа металла поверхностного слоя,

$H_{\mu\text{пов}}$  и  $H_{\mu\text{исх}}$  – микротвердость поверхности и исходного материала детали,

$R_{max}$  – наибольшая высота неровностей профиля,

$R_p$  – расстояние от линии выступов до средней линии профиля (или высота сглаживания микронеровностей),

$\rho$  – приведенный радиус скругления вершин микронеровностей,

$b$  и  $v$  – параметры степенной аппроксимации начального участка кривой опорной поверхности микронеровностей:  $t_p = 100b \left(\frac{y}{100}\right)^v$ ,

$R_B$  – радиус волны на поверхности,

$H_B$  – высота волны на поверхности,

$\sigma_T$  – предел текучести материала детали.

По причине того, что в нежестких размерных цепях постоянно происходят существенные изменения размеров и относительного положения составляющих звеньев, необходимо считать эти размеры переменными, а именно:

$$x_i = f(E, \sigma, v, T, \tau, F), \quad (2)$$

где  $E$  – напряженность электромагнитного поля,

$\sigma$  – величина остаточных напряжений,

$v$  – электрическое напряжение на детали,

$T$  – температура,

$\tau$  – время,

$F$  – внешняя сила.

Согласно зависимостям, представленным формулами (1) и (2), можно рассчитать интересующие нас при сборке рабочего колеса выходные параметры: натяг между полками, зазор между бандажными и замковыми полками, зазоры между хвостовиками лопаток и пазами диска.

Учет размерных и физических связей в соединении позволит снизить количество повторных процессов сборки, а быть может, и вовсе их избежать.

#### Библиографический список

1. Непомилуев, В. В. Разработка технологических основ обеспечения качества сборки высокоточных узлов газотурбинных двигателей [Текст]: дисс. докт. техн. наук: 05.07.05: защищена 24.05.2000 / В. В. Непомилуев. – Рыбинск, 2000. – 356 с.